

УДК 633.2.031

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2025-4-36-44

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ НА КОРМОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ*

Н.Н. Гречишников, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

viklizimetr@mail.ru

AFTEREFFECT OF UNCONVENTIONAL FERTILIZERS ON THE NON-CHERNOZEM REGION'S FORAGE ECOSYSTEMS

N.N. Grechishnikov, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology

141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1

viklizimetr@mail.ru

Уровень применения органических и минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях Нечерноземной зоны России недостаточен для сохранения и повышения плодородия почв, обеспечения оптимального круговорота веществ в агроландшафтах. Актуально использование местных источников удобрений, в том числе нетрадиционных (торфа, шунгита). В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в 2022 г. в лизиметрах с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой изучали последствие нетрадиционных удобрений на количественные и качественные показатели травостоя райграса однолетнего. Ранее в 2018–2021 гг. здесь были проведены лизиметрические исследования по изучению действия нетрадиционных удобрений (шунгит, цеолит, гуматы, порошок древесного угля) на зерновые культуры и многолетние травы (кукуруза, люцерна, злаки и разнотравье). Установлено, что последствие гуминовых удобрений, полученных из местных месторождений торфа в Нечерноземье, выражено наиболее сильно; шунгита, цеолита и древесного угля — более слабо. Наибольшая эффективность от их использования достигнута при комплексном применении с минеральными удобрениями.

Ключевые слова: лизиметрические исследования, торф, шунгит, цеолит, минеральные удобрения, многолетние травы, райграс однолетний.

The level of application of organic and mineral fertilizers in agricultural organizations in the Non-Chernozem zone of Russia is insufficient to preserve and increase soil fertility and ensure optimal circulation of substances in agricultural landscapes. It is important to use local sources of fertilizers, including unconventional ones (peat, shungite). In Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology in 2022, the

*Статья подготовлена в рамках темы FGGW-2025-0004 государственного задания № 075-00502-25-00

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

aftereffect of unconventional fertilizers on annual ryegrass grass was studied in lysimeters with sod-podzolic medium loamy soil. Earlier in 2018–2021, lysimetric studies were conducted here to study the effect of non-traditional fertilizers (shungite, zeolite, humates, and charcoal powder) on cereals and perennial grasses (corn, alfalfa, cereals and various grasses). It was found that the aftereffect of humic fertilizers obtained from local peat deposits in the Non-Chernozem region is most pronounced; shungite, zeolite and charcoal are more weak. The greatest efficiency from their use is achieved when combined with mineral fertilizers.

Keywords: lysimetric studies, peat, shungite, zeolite, mineral fertilizers, perennial grasses, annual ryegrass.

Введение. Лесная (или лесолуговая) зона Нечерноземья России является основным регионом для молочно-мясного животноводства. Этот регион располагает наиболее благоприятными почвенно-климатическими ресурсами для роста луговой растительности и производства кормов для молочно-мясного скота. Система кормопроизводства на основе многолетних трав позволяет организовать экономически эффективное, устойчивое и экологически безопасное производство молочно-мясной продукции в Нечерноземье [1–3].

Важнейшим условием повышения эффективности сельскохозяйственного производства является адаптация животноводческих предприятий к лесолуговым агроландшафтным системам [1; 3; 4].

Основными факторами продуктивности кормовых угодий являются управление пищевым и водным режимами, травосеяние, видовое и сортовое разнообразие культур, технологии их возделывания [5–7].

Повышение продуктивности кормовых угодий предполагает обязательное применение органических и минеральных удобрений, известкование почв. От доступности растениям элементов питания и воды напрямую зависит и активность микробиологических процессов, и круговорот химических веществ в экосистемах [8; 9].

Уровень применения органических и минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях Нечерноземной зоны России недостаточен для сохранения и повышения плодородия почв, обеспечения оптимального круговорота веществ в агроландшафтах. Актуально использование местных источников удобрений в агроландшафтах, в том числе нетрадиционных [3; 5; 9].

Гуминовые удобрения и препараты, полученные из местных месторождений природных ресурсов, уверенно вошли в практику сельского хозяйства во многих странах, в том числе и в России. Их применение способствует получению более высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшению структуры и агрофизических свойств почвы, особенно в условиях экстремальных погодных условий. Наибольшая эффективность от их использования достигнута при комплексном применении с минеральными удобрениями и системами защиты растений [10; 11].

Гуминовые вещества улучшают фосфорное питание растений, способствуя переводу фосфора в более доступную для растений форму, тем самым стимулируя развитие корневой системы и оптимизируя структуру фотосинтезирующих тканей [12; 13].

Гуматы — соли гуминовых кислот. В основе получения гуминовых удобрений и препаратов лежит свойство гуминовых кислот образовывать водорастворимые соли с натрием, калием, аммонием. Наиболее распространенным методом получения «природных» гуматов является выделение гуминовых веществ из ископаемого сырья (торфа, угля) в присутствии щелочи [14; 15].

Производят разнообразные гуматы из органического сырья — главным образом из торфа, леонардита и бурого угля, органических отходов, вермикомпостов, сапропеля и др. Обогащение их элементами питания, применение специальных добавок или особенных режимов производства привело к изобилию на рынке коммерческих гуматов, предлагаемых в качестве органических удобрений, стимуляторов роста растений, мелиорантов для деградированных почв и сорбентов токсикантов.

Шунгит (Ш) — докембрийская горная порода, состоящая в основном из углерода и занимающая по составу и свойствам промежуточное положение между антрацитами и графитом. Шунгитовое вещество считается органическим веществом в очень высокой стадии метаморфизма. Содержание углерода в шунгитовом веществе близко к 100% (98,6–99,6%) со следами N, O, S и H. Обладает сорбционными и каталитическими свойствами [16].

Вторым основным компонентом шунгитов является главная составляющая горных пород, то есть SiO_2 , представленная обычно в виде кварца или в составе различных силикатных образований. В целом шунгитовые породы имеют разно-

образный минеральный состав, куда входят карбонаты, алюмосиликаты и т. д.

В Нечерноземье шунгит обычно присутствует в качестве примеси в шунгитовых сланцах и доломитах, распространенных в Карелии на территории Заонежского полуострова и вокруг северной оконечности Онежского озера. Прогнозные ресурсы по всем месторождениям составляют около 1 млрд тонн.

Цеолиты (Ц) — это группа из нескольких микропористых кристаллических алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных металлов (кальция, натрия и др.). Природные сорбенты. Они состоят в основном из кремния, алюминия и кислорода. Цеолиты обладают ионно-обменными свойствами [17; 18].

Применяют в промышленности, сельском хозяйстве, при мелиорации земель, очистке сточных вод, дегазации отравляющих веществ.

Микропористая структура цеолитов, добавленных в почву, стабилизирует выделение воды, калия, азота, уровень pH. Может предотвратить загнивание корней и смягчить последствия засухи.

Угольный порошок древесный (угольная пыль, порошкообразный уголь сгоревшей древесины) (ДУ) — это мелкодисперсная форма угля, полученная после обработки древесного угля путем дробления, измельчения.

Объекты и методы исследования. В 2018–2021 гг. в Центральном районе Нечерноземной зоны на лизиметрической станции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» проведены лизиметрические исследования по изучению действия нетрадиционных

удобрений (шунгит, цеолит, гуматы, угольный порошок) на зерновые культуры и многолетние травы (кукуруза, люцерна, злаки и разнотравье).

В 2022 г. заложен опыт в лизиметрах с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой для изучения последействия нетрадиционных удобрений. Объектом исследования был уравнительный посев райграса однолетнего сорта Рапид на неудоверяемом фоне. Режим использования травостоя — трехкратное скашивание.

Учеты и наблюдения, лабораторные исследования и расчеты проводили по

общепринятым в луговодстве методикам. [19; 20].

Результаты и обсуждение. Влияние последействия нетрадиционных удобрений и предшественника кукурузы на продуктивность корма и продуктивность райграса однолетнего обеспечило наибольший сбор с 1 га сухой массы и обменной энергии в вариантах удобрения предшественника N₉₀P₆₀K₉₀ — фон, фон + Ш + ДУ. На фоне полноценного минерального питания наблюдался более высокий абсолютный уровень продуктивности райграса (табл. 1).

1. Влияние последействия нетрадиционных удобрений и предшественника кукурузы на продуктивность райграса однолетнего

Варианты удобрения предшественника кукурузы	В 1 кг сухой массы				Сбор с 1 га				
	ВЭ*, МДж	ОЭ**, МДж	кормовые единицы	сырой протеин, г	сухая масса, ц	ВЭ*, ГДж	ОЭ**, ГДж	тыс. кормовых единиц	сырой протеин, ц
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон	18,0	9,2	0,68	120	34,0	72,0	31,3	2,3	4,1
Фон + Ш	18,2	8,8	0,62	128	31,0	56,4	27,3	1,9	4,0
Фон + Ц	18,2	8,8	0,62	127	30,6	55,7	26,9	1,9	3,9
Фон + ДУ	18,2	8,8	0,62	116	31,9	58,1	28,1	2,0	3,7
Фон + Ш + ДУ	17,8	9,1	0,66	100	34,9	62,1	31,8	2,3	3,5
Ш + ДУ + Ц	17,9	9,1	0,66	106	32,0	66,2	29,7	2,1	3,4

ВЭ* – валовая энергия, ОЭ** – обменная энергия.

В опытах, в которых изучали действие нетрадиционных удобрений на бобово-злаковый травостой, наибольшая урожайность райграса однолетнего получена в варианте последействия внесения гумата торфа (48,9 ц/га сухой массы). В этом ва-

рианте была выше и концентрация обменной энергии корма (9,2 МДж/кг в 1 кг сухой массы). Продуктивность травостоя составила 3,3 тыс. корм. ед. или 45,0 ГДж обменной энергии, с каждого гектара получено 4,9 ц сырого протеина (табл. 2).

**2. Влияние последствий нетрадиционных удобрений
и предшественника бобово-злакового травостоя на продуктивность райграса однолетнего**

Варианты удобрения бобо- во-злакового травостоя	В 1 кг сухой массы				Сбор с 1 га				
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	корм. ед.	сырой протеин, г	сухая масса, ц	ВЭ, ГДж	ОЭ, ГДж	тыс. корм. ед.	сырой протеин, ц
Ц + P ₆₀ K ₉₀	18,0	8,8	0,62	107	45,7	82,3	40,2	2,8	4,9
Ш + P ₆₀ K ₉₀	18,1	9,1	0,66	106	45,3	82,0	41,2	3,0	4,8
ДУ + P ₆₀ K ₉₀	18,0	8,8	0,62	105	46,9	79,0	41,3	2,9	4,9
Гумат торфа	18,0	9,1	0,68	100	48,9	88,0	45,0	3,3	4,9

В опытах, в которых изучали действие нетрадиционных удобрений на злаковый травостой, продуктивность райграса однолетнего была на уровне 46,0–49,9 ц/га сухой массы. Наиболее урожайным оказался после изучения и последствий шунгита вариант без минеральных удобрений (49,9 ц/га сухой массы) (табл. 3).

**3. Влияние последствий нетрадиционных удобрений
и предшественника злакового травостоя на продуктивность райграса однолетнего**

Варианты удобрения злакового травостоя	В 1 кг сухой массы				Сбор с 1 га				
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	корм. ед.	сырой протеин, г	сухая масса, ц	ВЭ, ГДж	ОЭ, ГДж	тыс. корм. ед.	сырой протеин, ц
Предшественник — злаковый травостой									
Ш	18,1	9,2	0,68	121	49,9	90,3	45,9	3,4	6,0
Ц	17,9	9,4	0,71	108	46,0	82,3	43,2	3,3	5,0
Гумат торфа	18,1	9,4	0,71	97	46,9	84,9	44,1	3,3	4,6
Гумат навоза	18,0	9,3	0,69	102	46,3	83,3	43,1	3,2	4,7
ДУ + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,3	9,3	0,69	84	48,2	88,2	44,8	3,3	4,1
Предшественник с 1989 г. — злаково-разнотравный травостой									
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,0	9,4	0,71	112	54,2	97,6	50,9	3,8	6,1

Урожайность райграса однолетнего в результате последствий угольного порошка на фоне NPK, гумата торфа и гумата навоза была близкой и равной соответственно 48,2, 46,9 и 46,3 ц/га сухой массы.

Вместе с этим следует отметить, что старовозрастной злаково-разнотравный травостой в 2022 г. также как и райграс однолетний развивался и рос без приме-

нения удобрений и обеспечил получение 54,2 ц/га сухой массы или 3,8 тыс. кормовых единиц; 50,9 ГДж обменной энергии с 1 га при питательности корма, равной 9,4 МДж или 0,71 корм. ед. в 1 кг сухого вещества.

Лизиметрические исследования позволили изучить последствия нетрадиционных удобрений на химический состав

инфильтрационного стока, вымывание питательных элементов за пределы корнеобитаемого слоя.

На участках, где изучали действие шунгита, внесенного на фоне $P_{60}K_{90}$ под люцерну, установлено, что в лизиметрической воде содержались: P_2O_5 — 0,29 мг/л (3,5), K — 0,38 (20), сульфаты — 55,36 (500), Ca — 34,65 (180), магний — 11,4 (40), хлор — 80,53 (350), натрий — 11,43 (120), сера — 3,46, кремний — 2,68 мг/л (10) (в скобках указана предельно допустимая концентрация). В незначительной концентрации в инфильтрате присутствовали железо, фтор, медь, марганец.

На участках, где изучали действие цеолита на злаковых травостоях на фоне NP_K , в лизиметрической воде содержались: калий — 1,56 мг/л, сульфаты — 37,41, кальций — 47,03, магний — 16,44, хлор — 52,48, натрий — 7,82, сера — 2,0, кремний — 1,68 мг/л.

На участках где изучали действие полного минерального удобрения на кукурузе, лизиметрическая вода характеризовалась меньшей концентрацией фосфора (0,29 мг/л), натрия (5,44), хлора (2,51), фтора (0,15), сульфатов (6,02), бария (0,0456), кальция (31,41), но более высо-

кой концентрацией кремния (3,014 мг/л), меди (0,0018). В лизиметрической воде всех вариантов предельно допустимых концентраций химических элементов не наблюдалось.

Выводы.

1. Установлено, что последствие гуминовых удобрений, полученных из местных месторождений торфа в Нечерноземье, выражено наиболее сильно. Наибольшая эффективность от их использования достигнута при комплексном применении с минеральными удобрениями.
2. Последствие нетрадиционных удобрений (шунгита, цеолита, древесного угля) выражено более слабо, но усиливается на фоне полноценного минерального питания.
3. Во всех вариантах, в лизиметрической воде предельно допустимых концентраций химических элементов не наблюдалось.
4. В Нечерноземье актуально использование нетрадиционных удобрений из местных месторождений (торфа, шунгита) при комплексном применении с минеральными удобрениями под зерновые культуры и многолетние травы.

Литература

1. Шпаков А.С. Основные направления интенсификации и ресурсосбережения кормопроизводства лесной зоны // Кормопроизводство. – 2024. – № 9. – С. 29–34.
2. Шпаков А.С. Кормопроизводство лесной зоны. Проблемы и решения // Адаптивное кормопроизводство. – 2025. – № 2. – С. 67–78. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2-67-78.
3. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года. Версия 2.0. – М. : ООО «Издательство МБА». – 2021. – 400 с.
4. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Новые научные и практические результаты изучения земельных и кормовых ресурсов России // Жизнь Земли. – 2025. Т. 47. – № 3. – С. 374–384.

5. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Биологизация и экологизация агротехнологий для сохранения плодородия почв // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : сб. докладов XX Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск, – 2025. – С. 361–363.
6. Последствие известкования на урожайность сеяного травостоя в условиях дерново-подзолистой почвы / Е.Г. Седова, В.А. Чуйков, Е.Е. Проворная, Д.М. Тебердиев // Адаптивное кормопроизводство. – 2025. – № 2. – С. 15–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-1-6-20.
7. Последствие длительного использования систем удобрения на показатели плодородия почвы / Т.Ю. Бортник, К.С. Клековкин., А.Ю. Карпова, А.С. Башков // Плодородие. – 2022. – № 3. – С. 42–45.
8. Влияние удобрений на агрохимические показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота / Л.И. Петрова, Ю.И. Митрофанов, М.В. Гуляев, Н.К. Первушина // Плодородие. – 2021. – № 5. – С. 8–11.
9. Привалова К.Н. Баланс основных элементов питания в многовариантных пастбищных агроэкосистемах с долголетними фитоценозами // Кормопроизводство. – 2023. – № S11. – С. 17–20.
10. Влияние гуминовых препаратов на почвы и растения / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.В. Горюцов, В.А. Лыхман. – Ростов-на-Дону – Таганрог : Изд-во Южного федерального университета. – 2019. – 154 с.
11. Shah Z. H., Rehman H. M., Akhtar T. et al. Humic substances: Determining potential molecular regulatory processes in plants [Electronic resource] // Frontiers in Plant Science. – 2023. – Vol. 14. Art. 1183319. DOI: 10.3389/fpls.2023.1183319
12. Влияние гуматов на агрофизические свойства чернозема обыкновенного при возделывании подсолнечника / В.А. Лыхман, М.Н. Дубинина, О.И. Наими [и др.] // Земледелие. – 2025. – № 3. – С. 7–14.
13. Бесчетников В.В., Хатламаджиян А.А., Безуглова О.С. Влияние гуминового препарата на цитоморфометрические показатели ячменя в условиях снижения доступности фосфора // Живые и биокосные системы. – 2025. – № 51. DOI: 10.18522/2308-9709-2025-51-3.
14. Безуглова О.С. Гуминовые вещества в биосфере. Учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2009. – 120 с.
15. Гуматы [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Гуматы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гуматы) (дата обращения 02.10.2025).
16. Шунгит [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шунгит> (дата обращения 02.10.2025).
17. Цеолиты [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Zeolite?ysclid=mh1l3n4j5x968499738> (дата обращения 02.10.2025).
18. Снакин В.В. Экология, глобальные природные процессы и эволюция биосферы. Энциклопедический словарь / М. : Изд-во МГУ, 2020. – 528 с.
19. Программа и методика проведения научных исследований по луговодству (по Межведомственной координационной программе НИР Россельхозакадемии на 2011–2015 гг.) / А.А. Кутузова, К.Н. Привалова, Д.М. Тебердиев [и др.]. – М. : ФГУ РЦСК, 2011. – 192 с.
20. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах. 3-е издание перераб. и доп. – М.: Угрешская типография, 2015. – 52 с.

References

1. Shpakov A.S. *Osnovnye napravleniya intensivifikatsii i resursosberezheniya kormoproizvodstva lesnoy zony* [The main directions of intensification and resource conservation of forage production in the forest area]. *Kormoproizvodstvo*. [Fodder production]. 2024. no. 9. pp. 29–34.
2. Shpakov A.S. *Kormoproizvodstvo lesnoy zony. Problemy i resheniya* [Forage production in the forest area. Problems and solutions]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. [Adaptive Forage production]. 2025. No. 2. Pp. 67–78. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2-67-78. URL: <http://www.adaptagro.ru> (accessibly 01.10.2025).
3. *Rekomendatsii po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa i sel'skikh ter-ritoriy Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda. Versiya 2.0*. [Recommendations for the development of the agro-industrial complex and rural areas of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation until 2030. Version 2.0]. Moscow. *OOO «Izdatel'stvo MBA»*. [IBA Publishing House LLC]. 2021. 400 p.
4. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. *Novye nauchnye i praktiche-skie rezul'taty izucheniya zemel'nykh i kormovykh resursov Rossii* [New scientific and practical results of studying the land and fodder resources of Russia]. *Zhizn' Zemli*. [The life of the Earth]. 2025. T. 47. No. 3. Pp. 374–384.
5. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. *Biologizatsiya i ekologiza-tsiya agrotekhnologii dlya sokhraneniya plodorodiya pochv. V knige: Aktual'nye problemy pochvovede-niya, ekologii i zemledeliya* [Biologization and ecologization of agrotechnologies for the preservation of soil fertility. In book: Actual problems of soil science, ecology and agriculture]. *Sb. dokladov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Kurskogo otdeleniya MOO "Obshchestvo pochvovedov imeni V.V. Dokuchaeva"*. [Collection of reports from the XX International Scientific and Practical Conference of the Kursk Branch of the International Public Organization "V.V. Dokuchaev Soil Science Society"]. Kursk, 2025. Pp. 361–363.
6. Sedova E.G., Chuykov V.A., Provornaya E.E., Teberdiev D.M. *Posledeystvie izvestkovaniya na uroz-haynost' seyanogo travostoya v usloviyakh dernovo-podzolistoy pochvy* [Aftereffect of liming on the yield of seeded grass stand in conditions of sod-podzolic soil]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. [Adaptive Forage production]. 2025. No. 2. Pp. 15–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-1-6-20. URL: <http://www.adaptagro.ru> (accessibly 01.10.2025).
7. Bortnik T.Yu., Klekovkin K.S., Karpova A.Yu., Bashkov A.S. *Posledeystvie dlitel'nogo ispol'zovaniya sistem udobreniya na pokazateli plodorodiya pochvy* [Aftereffect of long-term use of fertilization systems on soil fertility indicators]. *Plodorodiye*. [Fertility]. 2022. No. 3. Pp. 42–45.
8. Petrova L.I., Mitrofanov Yu.I., Gulyaev M.V., Pervushina N.K. *Vliyanie udobreniy na agrokhimicheskie pokazateli plodorodiya pochvy i produktivnost' sevooborota* [The influence of fertilizers on agrochemical indicators of soil fertility and crop rotation productivity]. *Plodorodiye*. [Fertility]. 2021. No. 5. Pp. 8–11.
9. Privalova K.N. *Balans osnovnykh elementov pitaniya v mnogovariantnykh pastbishchnykh agroekosistemakh s dolgoletnimi fitotsenozami* [Balance of the main nutritional elements in multivariate pasture agroecosystems with long-term phytocenoses]. *Kormoproizvodstvo*. [Forage production]. 2023. No. 11. Pp. 17–20.
10. Bezuglova O.S., Polienko E.A., Gorovtsov A.V., Lykhman V.A. *Vliyanie guminovykh preparatov na pochvy i rasteniya* [The effect of humic preparations on soils and plants]. Rostov-na-Donu. Taganrog. *Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta*. [Publishing House of the Southern Federal University]. 2019. 154 p.
11. Shah Z. H., Rehman H. M., Akhtar T. et al. Humic substances: Determining potential molecular regulatory processes in plants [Electronic resource]. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. Art. 1183319. DOI: 10.3389/fpls.2023.1183319.

12. Lykhman V.A., Dubinina M.N., Naimi O.I., Matyugin V.A., Bezuglova O.S. *Vliyanie gumatov na agrofizicheskie svoystva chernozema obyknovennogo pri vozdeystvovanii podsolnechnika* [The effect of humates on the agrophysical properties of common chernozem in sunflower]. *Zemledelie*. [Agriculture]. 2025. No. 3. Pp. 7–14.
13. Khatlamadzhiyan A.A., Beschtnikov V.V., Bezuglova O.S. *Vliyanie guminovogo preparata na tsitomorfometricheskie pokazateli yachmenya v usloviyakh snizheniya dostupnosti fosfora* [The effect of a humic preparation on the cytomorphometric parameters of barley in conditions of reduced phosphorus availability]. *Zhivye i biokosnye sistemy*. [Living and biocos systems]. 2025. No. 51.
14. Bezuglova O.S. *Guminovye veshchestva v biosfere. Uchebnoe posobie* [Humic substances in the biosphere]. Rostov-na-Donu. 2009. 120 p.
15. *Gumaty* [Elektronnyy resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Gumaty> (accessibly 02.10.2025).
16. *Shungit* [Elektronnyy resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Shungit> (accessibly 02.10.2025).
17. *Tseolity* [Elektronnyy resurs]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Zeolite?ysclid=mhll3n4j5x968499738> (accessibly 02.10.2025).
18. Snakin V.V. *Ekologiya, global'nye prirodnye protsessy i evolyutsiya biosfery. Entsiklopedicheskiy slovar'* [Ecology, global natural processes and the evolution of the biosphere. The Encyclopedic Dictionary]. Moscow, *Izd-vo MGU*. [MSU Publishing House]. 2020. 528 p.
19. Kutuzova A.A., Privalova K.N., Teberdiev D.M., Trofimov I.A., Savchenko I.V., Provornaya E.E., Rodionova A.V., Kulakov V.A., Zhezmer N.V., Trofimova L.S., Sedova E.G., Karimov R.R., Lebedev D.N., Yakovleva E.P. *Programma i metodika provedeniya nauchnykh issledovaniy po lugovodstvu (po Mezhvedomstvennoy koordinatsionnoy programme NIR Rossel'khozakademii na 2011–2015 gg.)* [The program and methodology of scientific research on meadow farming (according to the Interdepartmental Coordination program of the Russian Agricultural Academy for 2011–2015)]. Moscow.. FGU RCSC Publ. 2011. 192 p.
20. Kutuzova A.A., Trofimova L.S., Provornaya E.E. *Metodika otsenki potokov energii v lugovykh agroekosistemakh* [Methodology for estimating energy flows in meadow agroecosystems]. 3-e izdanie pererab. i dop. Moscow. *Ugreshskaya tipografiya*. [Ugresh printing House]. 2015. 52 p.